

Análisis de la escasez hídrica en Chile con un modelo de simulación de dinámica de sistemas

César Pino Ruz
cesarpinoruz@gmail.com



<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>
Vensim <http://www.atc-innova.com/>





UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

**MBA
MAGÍSTER EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

ANÁLISIS DE PROYECTOS AGUA COMO UN RECURSO ESCASO

Alumno: César Pino Ruz
cesarpinoruz@gmail.com

Profesor: Juan Martín
Julio, 2015

TABLA DE CONTENIDOS

AGUA, UN RECURSO ECONOMICO Y SOCIAL.....	3
DATOS DE ENTRADA.....	4
DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	4
MODELO DE ANALISIS.....	5
GRÁFICOS.....	6
CONCLUSIONES.....	8

AGUA, UN RECURSO ECONOMICO Y SOCIAL.

En la actualidad el agua se ha convertido en un recurso valioso y a la vez muy escaso, considerando que esta es utilizada por una gran cantidad de industrias en sus desarrollos productivos y a la vez es el vital elemento para la vida humana.

El contexto de la escasez hídrica en Chile se agudiza por el uso de los recursos naturales por parte de empresas forestales, hidroeléctricas y mineras, esto hace peligrar el abastecimiento para el consumo de las personas, además se debe considerar el agua necesaria para regar los predios agrícolas que abastecen de alimentos a todo el país.

Al aumento de consumo industrial de agua, se suma la sequía que golpea al país ya que según los expertos *“No estamos frente a una sequía que se va a superar, sino que es una tendencia y los modelos predicen que va a continuar”*, es por este motivo que se hace imperioso asegurar los abastecimientos de agua, tanto para consumo humano como para la producción agrícola.

En este sentido, el modelo plantea la necesidad de aprovechamiento de agua lluvia, toda vez que gran cantidad de esta se pierde por infiltración o que simplemente desemboca en los ríos para posteriormente llegar al mar. Esta situación lleva consigo la necesidad de crear obras civiles de gran envergadura, para el almacenamiento del agua caída, sobre todo considerando que la tendencia indica que cada vez será menor, y como contrapunto el consumo a través de los años irá en aumento.

La necesidad industrial de agua deberá ser satisfecha con grandes inversiones en plantas desalinizadoras, ya que, la prioridad es el consumo humano de agua dulce.

El modelo de análisis es aplicable a cualquier región del país, considerando las variables genéricas que aplican a cada zona, en el caso que se analiza puntualmente en el presente informe, corresponde a la ciudad de Santiago a 10 años plazo.

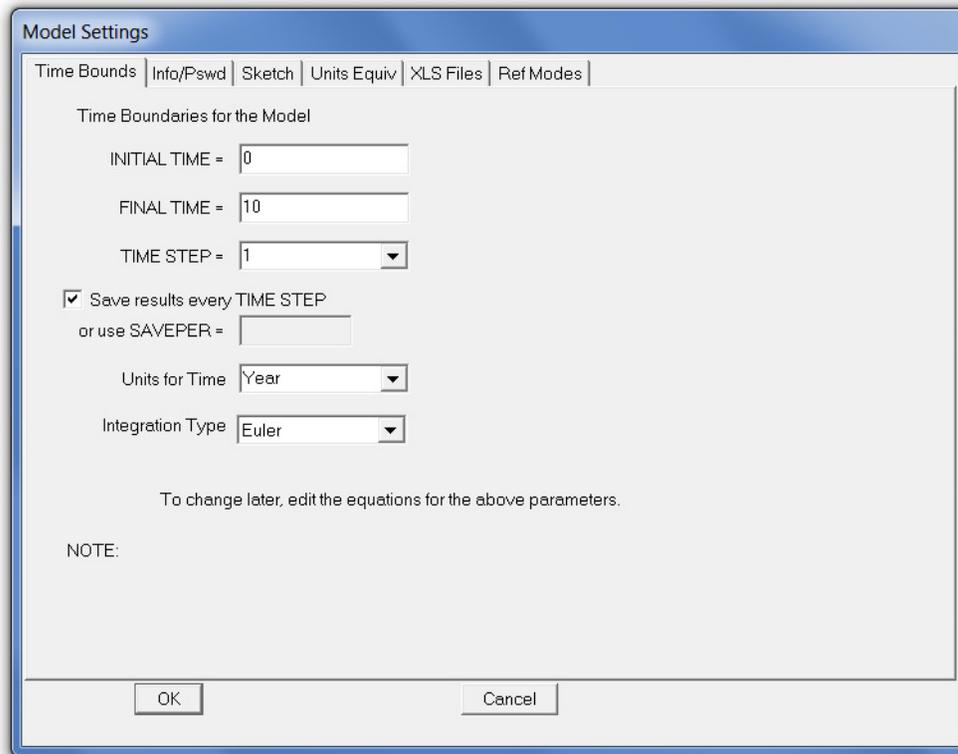


Embalse natural El Yeso
(Abastece a la comuna de Santiago)



Embalse laguna el Maule
(Bajo nivel histórico)

DATOS DE ENTRADA



The screenshot shows a 'Model Settings' dialog box with the following fields and options:

- Time Boundaries for the Model
 - INITIAL TIME = 0
 - FINAL TIME = 10
 - TIME STEP = 1
- Save results every TIME STEP
- or use SAVEPER =
- Units for Time = Year
- Integration Type = Euler

To change later, edit the equations for the above parameters.

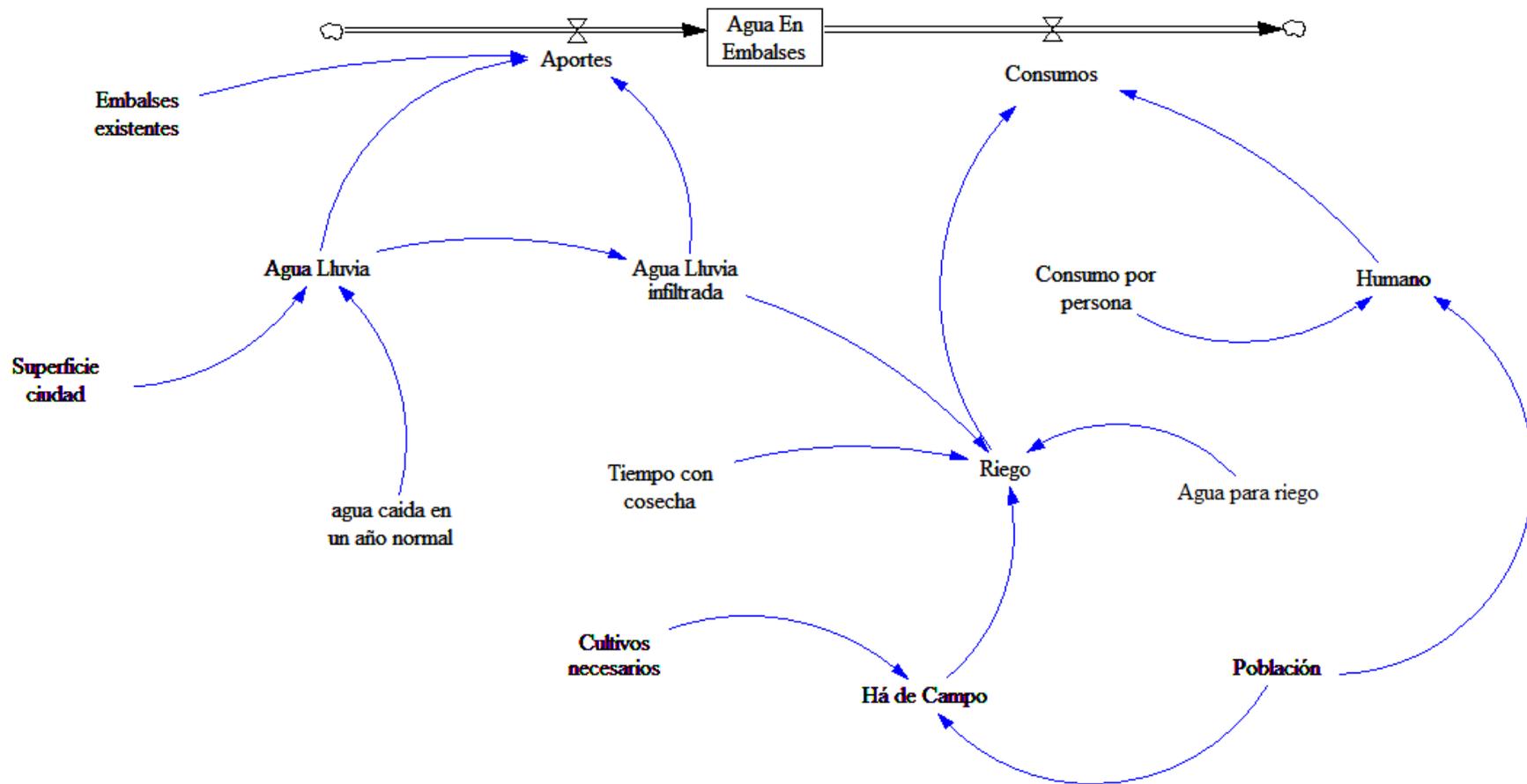
NOTE:

Buttons: OK, Cancel

DEFINICIÓN DE VARIABLES

- Embalse Existente: Capacidad de agua disponible para el consumo (500.000.000 m³)
- Agua lluvia: Agua caída en un año normal en la ciudad de Santiago
- Superficie Ciudad: Superficie de Santiago (1.54x10¹⁰ m²)
- Agua caída en un año normal: 0,312 m³ por metro cuadrado de superficie.
- Agua infiltrada: En las ciudades de pierde cerca del 90% del agua caída.
- Tiempo de Cosecha: Tiempo que el campo se encuentra produciendo.
- Cultivos necesarios: Tierra necesaria de cultivos por Habitante (1000 m²/hab.)
- Población: Personas que viven en la ciudad de Santiago (5 Millones)
- Há de Campo: m² de cultivos
- Agua para riego: Cantidad de agua necesaria para un cultivo estándar (0,045 m³/m²)
- Riego: agua necesaria para los cultivos
- Consumo por persona: Consumo por persona, anual
- Humano: consumo de agua de las personas.

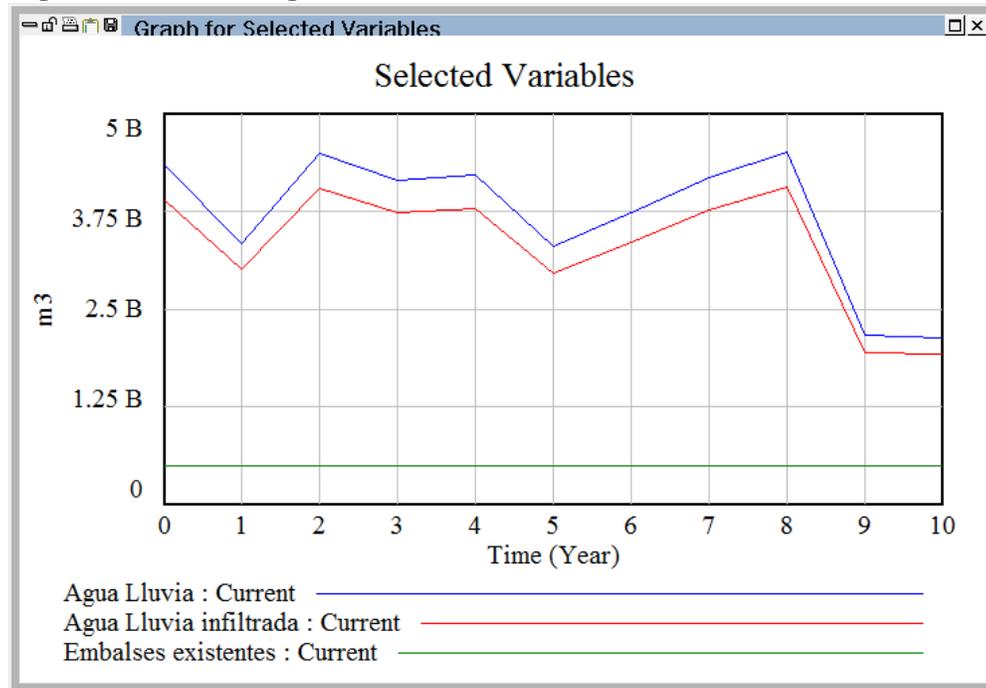
MODELO DE ANALISIS



GRÁFICOS

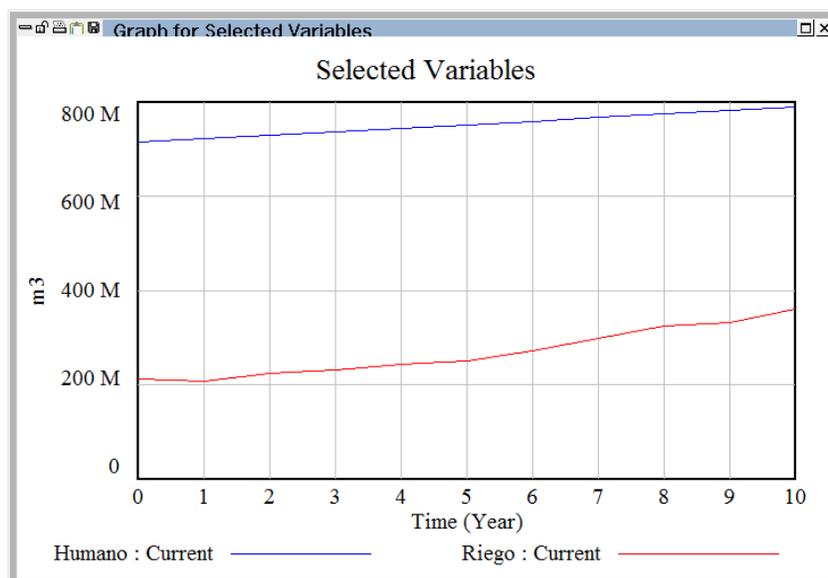
Aportes

El gráfico muestra los aportes de agua dulce, tanto del agua lluvia como del embalse existente en la ciudad, también se ven las perdidas por infiltración y como se puede apreciar gran cantidad del agua lluvia no es utilizada.



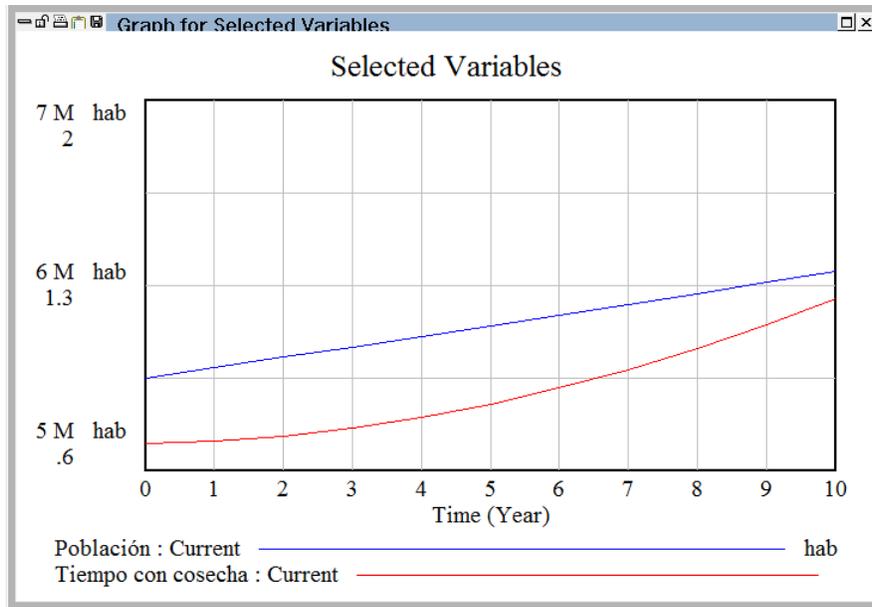
Consumos

A medida que la ciudad se va densificando, el aumento de población redonda en un aumento de consumo y en una mayor demanda de alimentos, esto implica una mayor utilización del terreno en el campo para suplir el aumento de demanda.



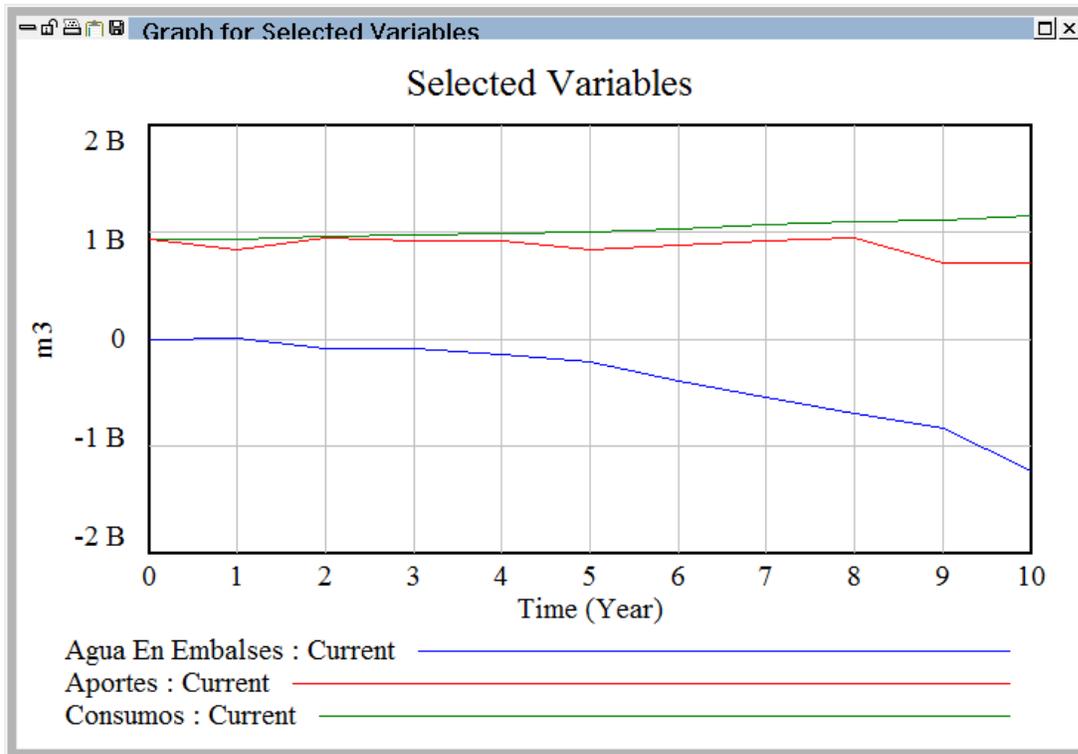
Tiempo de cosecha y Población

La población en la ciudad tiene un crecimiento de un 1% anual (de acuerdo a datos entregados por el gobierno), este crecimiento sostenido en el tiempo, aumenta el consumo humano y también la necesidad de ocupar en mayor porcentaje el campo para cosechar alimentos. Como se aprecia en el gráfico anterior estas variables aumentan el consumo de agua de manera sostenida a lo largo del tiempo.



CONCLUSIONES.

Dada la sequía que se está produciendo en el país, se hace imperioso establecer un plan de largo plazo que ayude a apalejar los efectos de la escasez de agua. La prioridad de agua dulce la tiene el consumo humano ya que dada la mediterraneidad de la ciudad hace muy costoso abastecerla con agua desalinizada, para esto sería necesario trasladarla más de 150 Km. desde el mar. Considerando que las precipitaciones se presentan en menor cantidad que un año normal, es necesario embalsar el agua no utilizada para tenerla disponible en el futuro.



El gráfico presenta una línea comparativa, de los Aportes (agua lluvia y embalse existente), consumos (humano y riego) y agua en embalses (déficit de agua que se produciría en caso de no construir las OOC para almacenarlas). Se aprecia claramente la tendencia al alza de los consumos y la aleatoriedad de los aportes sobre todo considerando el tiempo de sequía. La línea azul muestra que a partir del segundo año el agua existente y el agua lluvia no son capaces de suplir el consumo, este déficit va en aumento en forma anual, llegando a más de 1 Billón de m³ de déficit al término del décimo año.

Si se considera una proyección a 10 años, de abastecimiento asegurado, será necesario construir un embalse de 1.5 Billones de m³ (o varios que sumen esa capacidad)

El modelo nos permite realizar una serie de evaluaciones alternativas. En el caso de disminuir el consumo por riego, por ejemplo si se aumenta la tecnología, o si se mejoran las prácticas domiciliarias de las personas y disminuye el consumo. También permite ir chequeando la cantidad de agua lluvia caída e ir realizando proyecciones más precisas de la cantidad de agua necesaria en el tiempo.

Dinámica de Sistemas

<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>



Vensim

<http://www.atc-innova.com/>

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



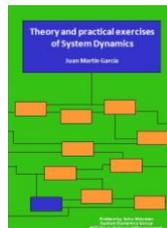
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)